

# ESPECTRO ALIMENTAR DE *ARATUS PISONII*, *CHASMAGNATHUS GRANULATA* E *SESARMA RECTUM* (DECAPODA, GRAPSIDAE) EM UM MANGUEZAL DA BAÍA DE PARANAGUÁ, PARANÁ<sup>1</sup>

Rosemary A. Brogim<sup>2</sup>  
Paulo C. Lana<sup>2</sup>

## ABSTRACT

FEEDING HABITS OF *ARATUS PISONII*, *CHASMAGNATHUS GRANULATA* AND *SESARMA RECTUM* (DECAPODA, GRAPSIDAE) IN A MANGROVE OF PARANAGUÁ BAY, PARANÁ. Natural diets of three mangrove grapsids, *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837), *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 and *Sesarma rectum* Randall, 1840, from Paranaguá Bay, southeastern Brazil, were analyzed during January 1993 and January 1994. Stomach contents of the three species were examined and the dietary analysis was based on the indices of relative importance, niche breadth and niche overlap. Despite presenting an apparently diversified diet, the three species are functional herbivores, since the stomach contents consist of more than 75% of plant material (leaves, seeds and propagules of mangrove trees) for *A. pisonii*, and more than 95% for *S. rectum* and *C. granulata*. Diet niche breadth is slightly higher for the generalist *A. pisonii* which consumes macroalgae in addition to superior plant material. There is an almost complete niche overlap (99.37%) between the more specialized *S. rectum* and *C. granulata*, if leaf material is considered as a whole.

KEYWORDS. *Aratus pisonii*, *Chasmagnathus granulata*, *Sesarma rectum*, herbivory, Brazil.

## INTRODUÇÃO

Estudos desenvolvidos em manguezais concentraram-se principalmente na estrutura e funcionamento dos bosques e na decomposição da serrapilheira. Trabalhos abrangentes tratando da fauna desses ambientes são mais escassos (AVELINE 1980; HUTCHINGS & RECHER, 1982; ALONGI, 1987, 1990). A fauna dos manguezais é responsável, através da atividade de alimentação, pela aceleração do processo de decomposição de algas, folhas, troncos e galhos, ao reduzir o

1. Parte de dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.

2. Centro de Estudos do Mar. Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar, s/nº, Pontal do Sul, CEP: 83255-000, PR, Brasil.

tamanho do material vegetal, tornando-os mais suscetível à colonização por fungos e bactérias. Estudos das interações entre plantas e animais são importantes para uma melhor compreensão do funcionamento dos manguezais. Trabalhos sobre a herbivoria nestes ambientes constataram que moluscos, insetos e caranguejos podem ser responsáveis pelo processamento de quantidades significativas de material foliar (JOHNSTONE, 1981; CAMILLERI, 1989; LEE, 1989; EMMERSON & MCGWYNN, 1992; MICHELI, 1993). Caranguejos podem ainda contribuir significativamente para os processos iniciais de decomposição, através da fragmentação mecânica de material vegetal (ODUM & HEALD, 1975; ROBERTSON, 1986). ROBERTSON (1991) observou que insetos consomem 5% da produção do dossel e caranguejos sesarmídeos podem consumir e estocar de 28 a 79% da serrapilheira, dependendo do tipo de formação do bosque e do regime de maré local, em manguezais da Austrália.

No Brasil são poucos os trabalhos que enfocaram a alimentação e processos de herbivoria de caranguejos de manguezais. LACERDA *et al.* (1986) analisaram as características químicas das folhas de mangue em uma área poluída e outra sem poluição, constatando diferenças na composição química das espécies vegetais e um aumento do processo de herbivoria na área impactada. Identificaram, através de técnicas isotópicas, as principais fontes de carbono utilizadas por *Aratus pisonii*, que são diferentes folhas de mangue, algas e matéria orgânica em suspensão.

Visando um melhor conhecimento da biologia da alimentação de caranguejos de manguezais, processou-se a análise do conteúdo estomacal e a determinação da dieta alimentar dos grapsídeos *Aratus pisonii* (Milne Edwards, 1837), *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 e *Sesarma rectum* Randall, 1840.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os caranguejos foram coletados em um manguezal do tipo ribeirinho às margens da gamboa Bagaçu, situada na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil (25° 33' 03" S - 48° 23' 05" W) (fig. 1). As coletas foram realizadas em janeiro de 1993 e janeiro de 1994.

A salinidade local varia de 28 ppm a 31 ppm, atingindo 23,5 ppm durante as épocas de chuvas abundantes, principalmente no verão. A temperatura média da água de superfície varia de 20°C no inverno a 30°C no verão. Marés locais são caracterizadas por desigualdade diurna com uma amplitude mínima e máxima em torno de 0,5 m e 2 m respectivamente (KNOPPERS *et al.*, 1987; LANA & GUISS, 1991). O manguezal tem aproximadamente 43 hectares, sendo composto pelas espécies arbóreas *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman, *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) Gaertn. f. e *Rhizophora mangle* Linnaeus.

Indivíduos adultos foram coletados manualmente, imediatamente colocados em uma caixa de isopor com gelo, transportados para o laboratório e mantidos em freezer até o processamento. Em laboratório, após descongelamento, os caranguejos foram medidos com auxílio de um paquímetro com 0,1 mm de precisão e sexados. As medidas de comprimento e largura da carapaça foram obtidas pelas distâncias entre a margem superior e inferior e entre os dois espinhos orbitais. Foram analisados 126 indivíduos de *A. pisonii* sendo 61 machos de comprimento 17,65±1,75 mm e 18,23±1,91 mm de largura da carapaça e 65 fêmeas com 16,57±1,52 mm de comprimento e 17,01±1,64 mm de largura; 107 de *C. granulata* onde 65 espécimes eram machos com 21,03±3,19 mm de comprimento e 24,28±3,54 mm de largura e 42 fêmeas com 19,56±2,47 mm de comprimento e 22,65±2,55 mm de largura da carapaça; e 120 espécimes de *S. rectum* com 54 machos medindo 14,76±1,72 mm de comprimento e 17,53±1,96 mm de largura e 66 fêmeas com 15,68±2,07 de comprimento e 18,42±2,43 de largura da carapaça. O material estudado encontra-se depositado no Museu do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.

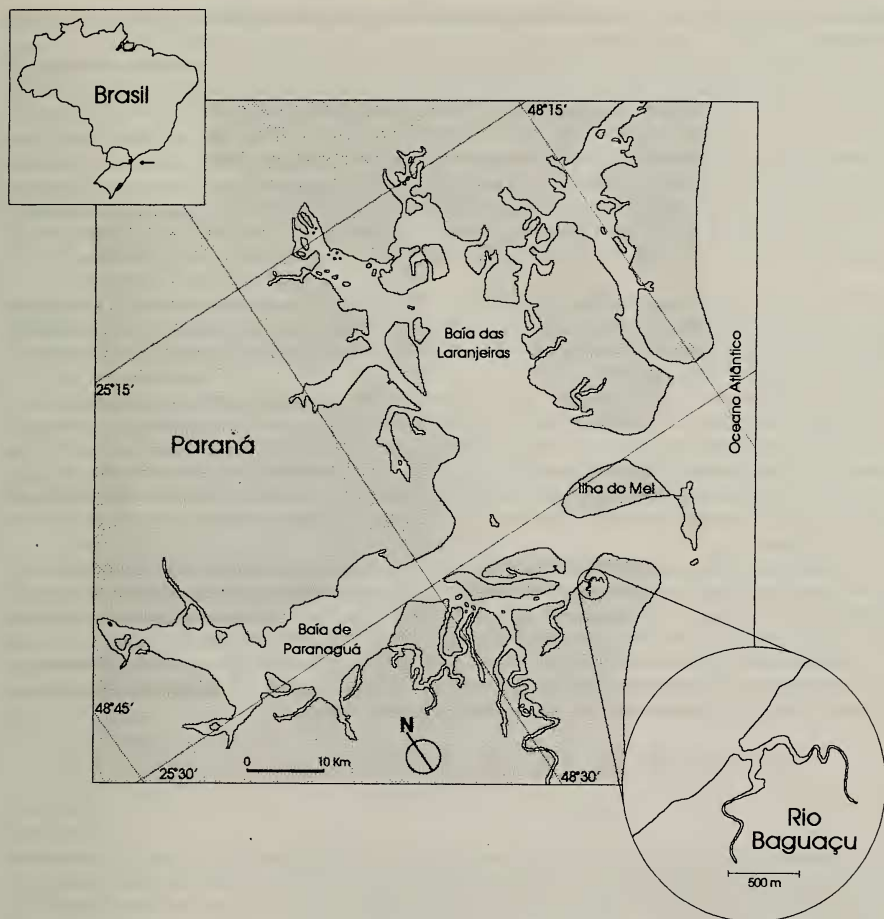


Fig. 1. Baía de Paranaguá, Paraná, com destaque do local de coleta de *Aratus pisonii*, *Chasmagnathus granulata* e *Sesarma rectum*.

Os estômagos foram retirados após incisão horizontal na borda da carapaça. O grau de repleção (G.R.) foi estimado visualmente comparando-se o volume de alimento presente com o volume total do estômago. Cada estômago foi classificado em quatro classes (modificado de PETTI, 1990): 0, estômago totalmente vazio; 0,25, até 25% do estômago ocupado pelo alimento; 0,5, entre 26 e 50%; 1, entre 51 e 100%. A seguir, os estômagos foram abertos e seus conteúdos examinados em placa de Petri sob estereomicroscópio. Os itens alimentares foram identificados em nível de grandes táxons e quando possível, em nível específico. Estruturas quitinosas ou calcáreas e pedaços de algas e de vegetais foram analisados mais atentamente em microscópio óptico ou entregues a especialistas. Foram identificados os seguintes itens alimentares: microalgas (tecas inteiras), macroalgas (pedaços ou ramos), vegetais superiores (pedaços de tecido foliar, caule, flores e pólen), foraminíferos (tecas inteiras), moluscos (pedaços de conchas, carneira e conchas inteiras), insetos (fragmentos de apêndices bucais, antenas, olhos, asas, partes do tórax e abdome e respectivos apêndices), copépodos (animais inteiros), crustáceos braquiúros (fragmentos de quelas, de pernas, da carapaça, de apêndices bucais, das antenas e olhos),

nematódeos (animais inteiros), nemertíneos (animais inteiros) e areia (grãos, mesmo em pequena quantidade).

A frequência de ocorrência ( $F_i$ ) de cada item  $i$  foi estimada pelo total de ocorrência nos estômagos analisados. A quantidade dos diferentes itens alimentares foi definida pelas seguintes categorias de abundância (HAEFNER, 1990): 0, item ausente; 2,5, item correspondendo a até 5% do volume total do conteúdo estomacal; 25, de 6 a 30%; 50, de 31 a 50%; 75, de 51 a 75%; 100, de 76 a 100%. Este procedimento foi adotado pelo fato dos estômagos serem muito pequenos, dificultando a utilização do método volumétrico tradicional. Além disto, os pedaços de alimento no interior do estômago são muito cortados e triturados pelo caranguejo antes da sua ingestão, o que dificulta a sua exata quantificação.

Para avaliar a importância de cada item na dieta das espécies de caranguejo, aplicou-se o índice  $IIR_i$ , modificado de STEVENS *et al.* (1982):  $IIR_i = F_i \cdot \sum_{i=1}^n P_i$

onde,  $IIR_i$  = índice de importância relativa do item  $i$ ;  $F_i$  = frequência de ocorrência do item  $i$  (número de estômagos com o item  $i$  / número total de estômagos);  $P_i$  = contribuição relativa do item em cada estômago analisado (categoria de abundância do item  $i$  vezes o grau de repleção do estômago);  $n$  = número de estômagos com grau de repleção  $\geq 0,5$ .

Para o cálculo dos índices de importância relativa, foram utilizados apenas os estômagos com grau de repleção superior a 0,5 ou seja, com 26 a 50% de seu volume total preenchido por alimento. Este cuidado é necessário porque estômagos quase vazios contêm em geral itens mais duros ou resistentes, de digestão mais lenta, cuja importância poderia ser superestimada. O item areia foi excluído do cálculo, uma vez que não fornece qualquer informação quanto à natureza do alimento. A importância da areia foi discutida separadamente (WILLIAMS, 1981). Os valores finais dos  $IIR_i$  foram expressos em termos percentuais.

A largura do nicho, um importante parâmetro a ser analisado em estudos desta natureza, indica o grau de especialização trófica das espécies envolvidas. A largura do nicho de cada espécie de caranguejo foi estimada pela contagem do número de itens utilizados, cujo índice de importância relativa fosse superior a 10%. Um procedimento semelhante foi sugerido por Schluter *in* KREBS (1989).

A estimativa do grau de sobreposição dos nichos é usualmente avaliada em termos de alimento, como no presente caso, ou de espaço. Para avaliar o grau de sobreposição das três espécies de caranguejos, foi utilizado o índice de similaridade de Horn (1966) *in* KREBS (1989):

$$R_o = \frac{\sum (p_{ij} + p_{ik}) \log (p_{ij} + p_{ik}) - \sum p_{ij} \log p_{ij} - \sum p_{ik} \log p_{ik}}{2 \log^2}$$

onde:  $R_o$  = índice de sobreposição de Horn para as espécies  $j$  e  $k$ ;  $p_{ij}$  = proporção do item  $i$  em relação ao total de recursos utilizados pela espécie  $j$  (no caso, estimado pelo  $IIR$ , em termos percentuais);  $p_{ik}$  = proporção do item  $i$  em relação ao total de recursos utilizados pela espécie  $k$ . Qualquer base logarítmica pode ser utilizada, optando-se no caso por logaritmos neperianos.

## RESULTADOS

Os itens alimentares encontrados nos conteúdos estomacais de *A. pisonii*, *C. granulata* e *S. rectum* foram microalgas, macroalgas, foraminíferos, restos de vegetais superiores, copépodos, restos de crustáceos, moluscos, insetos, nematódeos, nemertíneos e areia (tab. I).

Foram utilizados para os cálculos do índice de importância alimentar os estômagos com graus de repleção 0,5 e 1, equivalendo a 37,3% do total de estômagos analisados de *A. pisonii*, 49,5% de *C. granulata* e 66,7% de *S. rectum*. O número de estômagos efetivamente utilizados para esta estimativa foi aproximadamente 50% do total (tab. II).

Os principais itens encontrados no conteúdo estomacal de *A. pisonii* foram



Tabela I. Lista dos itens alimentares nos conteúdos estomacais de *Aratus pisonii*, *Chasmagnathus granulata* e *Sesarma rectum*, coletados em janeiro 1993 e janeiro de 1994 em um manguezal da Baía de Paranaguá, PR (p, presente; a, ausente).

Itens alimentares	A. <i>pisonii</i>	C. <i>granulata</i>	S. <i>rectum</i>
Microalgas			
Diatomáceas			
Coscinodiscaceae: <i>Coscinodiscus oculus</i>	p	a	a
Biddulphiaceae: <i>Triceratium favus</i>	p	p	a
Macroalgas			
Ordem Chroococcales	a	p	p
Ordem Oscillatoriales: <i>Spirulina</i> sp.	a	p	p
Ordem Cladophorales			
Cladophoraceae: <i>Rhizoclonium</i> sp.	p	a	a
Ordem Ceramiales			
Rhodomelaceae: <i>Bostrychia</i> sp.	p	a	a
Delesseriaceae: <i>Caloglossa</i> sp.	p	a	a
Foraminíferos			
Rotaliidae: <i>Ammonia beccarii</i> (Linné, 1758)	p	a	a
Cornuspiridae: <i>Cornuspira involvens</i> (Reuss, 1850)	p	p	p
Haplophragmoididae: <i>Haplophragmoides wilberti</i> Andersen, 1910	a	p	a
Hauerinidae: <i>Quinqueloculina lamarckiana</i> Orbigny, 1840	p	a	a
Restos de vegetais superiores	p	p	p
Restos de crustáceos braquiúros	p	p	p
Copépodos			
Ordem Harpacticoidea	p	p	p
Restos de insetos	p	p	p
Restos de moluscos			
Bivalves jovens	p	a	a
Gastrópodos jovens	p	a	a
Nematódeos	p	p	p
Nemertíneos	a	a	p
Areia	p	p	p

Tabela II. Número total de estômagos analisados, números parciais por grau de repleção (G.R.) e suas respectivas percentagens para três espécies de Grapsidae da Baía de Paranaguá.

	Total	G.R. 0	G.R. 0,25	G.R. 0,5	G.R. 1
<i>Aratus pisonii</i>	126	19(15,1)	60(47,6)	34(27,0)	13(10,3)
<i>Chasmagnathus granulata</i>	107	8(7,5)	46(43,0)	27(25,2)	26(24,3)
<i>Sesarma rectum</i>	120	7(5,8)	33(27,5)	42(35,0)	38(31,7)
Total	353	34(9,6)	139(39,4)	103(29,2)	77(21,8)

vegetais superiores e macroalgas, com índices de importância relativa acima de 20%. Os itens microalgas (IIR = 0,57%), restos de moluscos (IIR = 0,04%) e foraminíferos (IIR = 0,04%) apresentaram baixa importância na dieta, não alcançando 1%. Os demais itens não apresentaram nenhuma importância relativa

(tab. III). Praticamente toda a dieta de *C. granulata* foi baseada em vegetais superiores (IIR = 97,06 %). Microalgas, macroalgas, restos de insetos e crustáceos, foraminíferos e copépodos tiveram importância secundária, não ultrapassando em conjunto 4 % do total (tab. III).

A dieta de *S. rectum* foi semelhante à de *C. granulata*, com ampla dominância

Tabela III. Índices de importância relativa dos itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de *Aratus pisonii*, *Chasmagnathus granulata* e *Sesarma rectum*, expressos em valores absolutos e percentuais.

	<i>A. pisonii</i>		<i>C. Granulata</i>		<i>S. rectum</i>	
	IIR	IIR(%)	IIR	IIR(%)	IIR	IIR(%)
Microalgas	17,43	0,57	39,19	1,11	7,76	0,63
Macroalgas	652,57	21,47	1,24	0,04	1,93	0,16
Vegetais superiores	2366,40	77,87	3437,50	97,06	1175,00	95,70
Restos de moluscos	1,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Restos de insetos	0,10	0,00	22,74	0,64	33,73	2,74
Restos de crustáceos	0,00	0,00	37,29	1,05	7,31	0,60
Foraminíferos	1,11	0,04	0,53	0,02	0,03	0,00
Copépodos	0,15	0,00	3,30	0,09	2,03	0,17
Nemertíneos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Nematódeos	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00

de vegetais superiores. O item “restos de insetos” assumiu valor de 2,74 %, enquanto microalgas, macroalgas, restos de insetos e copépodos tiveram importância secundária. O item “areia”, excluído desses cálculos, apresentou frequência de ocorrência igual a 59% para *A. pisonii*, 91% para *C. granulata* e 66% para *S. rectum*. Apesar das elevadas frequências de ocorrência, o item não passou de 5% do volume total dos conteúdos estomacais das três espécies analisadas (tab. III).

A largura dos nichos tróficos, estimada pela contagem dos itens com importância relativa superior a 10%, foi extremamente baixa para as três espécies. Dois itens foram predominantemente utilizados por *A. pisonii* (macroalgas e vegetais superiores), e apenas um (vegetais superiores), por *C. granulata* e por *S. rectum*. A sobreposição de nichos tróficos foi de 88,67% entre *A. pisonii* e *C. granulata*, de 87,26% entre *A. pisonii* e *S. rectum* e de 99,37% entre *S. rectum* e *C. granulata*.

## DISCUSSÃO

A diversidade dos itens alimentares encontrados sugere que as três espécies são omnívoras, assim como os caranguejos de manguezais têm sido tradicionalmente classificados (DIAZ & CONDE, 1988). No entanto, tal conclusão deve ser analisada com reservas. Populações de espécies amplamente distribuídas alimentam-se de um espectro limitado de materiais, podendo ser funcionalmente especializadas, muito embora a espécie como um todo possa ser classificada de omnívora (FAUCHALD & JUMARS, 1979). Muitos registros de omnivoria baseiam-

se em experimentos de laboratório. No entanto, é igualmente relevante conhecer os hábitos alimentares da população no campo, além da dieta potencial estimada experimentalmente. Portanto, uma compreensão adequada do nível trófico ocupado pelas espécies animais deve considerar tanto abordagens experimentais como descritivas.

Os resultados indicam que as três espécies, apesar de potencialmente onívoras, podem ser classificadas como herbívoras funcionais, devido à absoluta predominância de material vegetal nos conteúdos estomacais. O item “vegetais superiores”, representado basicamente pelo material foliar das três espécies de árvores locais, assumiu consistentemente a maior importância relativa para as três espécies, complementado por macroalgas no caso de *A. pisonii*.

Segundo WARNER (1967) e LACERDA **et al.** (1991), algas marinhas crescendo sobre as raízes aéreas e troncos de árvores seriam, juntamente com outros itens de origem marinha, a principal fonte alimentar de *A. pisonii*. D'INCAO **et al.** (1990) concluíram igualmente que restos de vegetais superiores e sedimento são os itens mais frequentes no conteúdo de *C. granulata* de marismas do Rio Grande do Sul. Embora não existam estudos específicos sobre a alimentação de *S. rectum*, espécies congêneres são em geral consideradas herbívoras (SEIPLE & SALMON, 1982; CAMILLERI, 1992; STEINKE **et al.**, 1993).

Todos os demais itens encontrados têm importância relativa muito reduzida, podendo ser considerados alternativos ou esporádicos. O item areia, muito frequente nos conteúdos estomacais, esteve sempre presente em baixas quantidades. Isto sugere que tenha sido ingerido aderido aos outros itens e que as espécies estudadas não se comportam como comedoras de depósito, ao contrário de muitos outros invertebrados dos manguezais.

Apesar de classificadas como herbívoras funcionais, não se descarta a possibilidade de que estas espécies possam ocupar distintos nichos tróficos em outros ambientes (BEEVER III **et al.**, 1979; CAMILLERI, 1989; D'INCAO **et al.**, 1990; LACERDA **et al.**, 1991). A maior ou menor disponibilidade de diferentes recursos alimentares, de origem vegetal ou animal, ao longo do espaço e do tempo, poderia levar a marcadas variações no comportamento alimentar e conseqüentemente na natureza do conteúdo estomacal. Por exemplo, a disponibilidade de itens alimentares no solo pode ser condicionada pelo regime local de marés, responsável pela permanência ou exportação da serrapilheira e de detritos em geral. Da mesma forma, a presença de predadores poderia restringir o acesso dos caranguejos a determinados recursos, disponíveis nas árvores ou no solo.

As larguras dos nichos tróficos das três espécies são estreitas, como indicado pelo pequeno número de itens alimentares com índices de importância relativa superiores a 10%. Embora isto seja uma clara evidência de especialização trófica, há indicações de que *A. pisonii* apresenta um comportamento mais generalista do que as outras duas espécies, devido à presença adicional de macroalgas em sua dieta. De fato, seu hábito arborícola possibilita maior acesso às algas que crescem sobre troncos e pneumatóforos, ao contrário do que acontece com *S. rectum* e *C. granulata*, que vivem no chão. Em conseqüência, a sobreposição dos nichos tróficos de *S. rectum* e *C. granulata* é extremamente elevada, sugerindo mesmo a existência de competição por recursos alimentares. No campo, não é incomum que indivíduos

das duas espécies disputem uma mesma folha ou recurso alimentar. A sobreposição do nicho trófico de *A. pisonii* com os de *S. rectum* e *C. granulata* é menor. Este padrão pode ser novamente atribuído ao hábito arborícola da espécie, que lhe possibilita acesso a macroalgas e folhas verdes, reduzindo ao mesmo tempo o acesso a folhas em decomposição. Com efeito, a dieta realizada das três espécies nada mais é do que um reflexo da disponibilidade diferencial dos diversos itens alimentares, em função do habitat.

**Agradecimentos.** À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao projeto. A Sibelle Trevisan Disaró (Centro de Estudos do Mar, UFPR), Luciano Fernandes (Departamento de Botânica, UFPR) e Madalena Shirata (Departamento de Botânica, PUC-PR) pela identificação dos Foraminífera, microalgas e macroalgas e a Setuko Masunari (Departamento de Zoologia, UFPR) e Luís Amilton Foerster (Departamento de Entomologia, UFPR) pelas sugestões e críticas ao trabalho.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONGI, D. M. 1987. Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries. **Mar. Biol.**, Berlin, **95**: 447-458.
- . 1990. Abundances of benthic microfauna in relation to outwelling of mangrove detritus in a tropical coastal region. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Oldendorf/Luhe, **63**: 53-63.
- AVELINE, L. C. 1980. Fauna dos manguezais brasileiros. **Revta bras. Geog.**, São Paulo, **42**(4): 786-821.
- BEEVER III, J. W.; SIMBERLOFF, D. & KING, L. L. 1979. Herbivory and predation by the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. **Oecologia**, Heidelberg, **43**: 317-328.
- CAMILLERI, J. C. 1989. Leaf choice by crustaceans in a mangrove forest in Queensland. **Mar. Biol.**, Berlin, **102**: 453-459.
- . 1992. Leaf-litter processing by invertebrates in a mangrove forest in Queensland. **Mar. Biol.**, Berlin, **114**: 139-145.
- DIAZ, H. & CONDE, J. E. 1988. On the food sources for the mangrove tree crab *Aratus pisonii* (Brachyura: Grapsidae). **Biotropica**, Ohio, **20**(4): 348-350.
- D'INCAO, F.; SILVA, K. G.; RUFFINO, M. L. & BRAGA, A. C. 1990. Hábito alimentar do caranguejo *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 na Barra do Rio Grande, RS (Decapoda, Grapsidae). **Atlântica**, Rio Grande, **12**(2): 85-93.
- EMMERSON, W. D. & MCGWYNN, L. E. 1992. Feeding and assimilation of mangrove leaves by the crab *Sesarma meinerti* de Man in relation to leaf-litter production in Mgazana, a warm-temperate southern African mangrove swamp. **J. exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **157**: 41-53.
- FAUCHALD, K. & JUMARS, P. A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.**, London, **17**: 193-284.
- HAEFNER JR, P. A. 1990. Natural diet of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. **J. Crust. Biol.**, Massachusetts, **10**(2): 236-246.
- HUTCHINGS, P. A. & RECHER, H. F. 1982. The fauna of Australian mangroves. **Proc. Linn. Soc. N. S. W., Sydney** **106** (1): 83-121.
- JOHNSTONE, I. M. 1981. Consumption of leaves by herbivores in mixed mangrove stands. **Biotropica**, Ohio, **13**: 252-259.
- KNOPPERS, B. A.; BRANDINI, F. P. & THAMM, C. A. 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. Some physical and chemical characteristics. **Nerítica**, Curitiba, **2**(1): 1-36.
- KREBS, C. J. 1989. **Ecological methodology**. New York, Harper Collins. 654 p.
- LACERDA, L. D.; REZENDE, C. E.; JOSÉ, D. M. V. & FRANCISCO, M. C. F. 1986. Metallic composition of mangrove leaves from the southeastern Brazilian Coast. **Revta bras. Biol.**, Rio de Janeiro, **46**(2): 395-399.
- LACERDA, L. D.; SILVA, C. A. R.; REZENDE, C. E. & MARTINELLI, L. A. 1991. Food sources for the mangrove tree crab *Aratus pisonii*: a carbon isotopic study. **Revta bras. Biol.**, Rio de Janeiro, **51**(3): 685-687.
- LANA, P. C. & GUISS, C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of



- macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Oldendorf/Luhe, **73**: 231-244.
- LEE, S. Y. 1989. The importance of crabs *Chiromanthes* spp. and inundation frequency on mangrove (*Kandelia candel* (L.) Druice) leaf litter turnover in a Hong Kong tidal shrimp pond. **J. exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **131**: 23-43.
- MICHEL, F. 1993. Feeding ecology of mangrove crabs in North Eastern Australia: mangrove litter consumption by *Sesarma messa* and *Sesarma smithii*. **J. exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **171**: 165-186.
- ODUM, E. W. & HEALD, E. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: CRONIN, L. E. ed., **Estuarine Research**. London, Academic. p. 264-286.
- PETTI, M. A. V. 1990. **Hábitos alimentares dos crustáceos decápodos braquiúros e seu papel na rede trófica do infralitoral de Ubatuba (litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil)**. 150 p. Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. [Não publicada].
- ROBERTSON, A. I. 1986. Leaf-burying crabs: their influence on energy flow and export from mixed mangrove forest (*Rhizophora* spp.) in northeastern Australia. **J. exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **102**: 237-248.
- . 1991. Plant-animal interactions and the structure and function of mangrove forest ecosystems. **Aust. J. Ecol.**, Carlton, **16**: 433-443.
- SEIPLE, W. H. & SALMON, M. 1982. Comparative social behavior of two grapsid crabs, *Sesarma reticulatum* (Say) and *S. cinereum* (Bose). **J. exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **62**: 1-24.
- STEINKE, T. D.; RAJH, A. & HOLLAND, A. J. 1993. The feeding behaviour of the red mangrove crab *Sesarma meinerti* De Man, 1887 (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) and its effect on the degradation of mangrove leaf litter. **S. Afr. J. Mar. Sci. Tydskr. Seewet.**, Cape Town, **13**: 151-160.
- STEVENS, B. G.; ARMSTRONG, D. A. & CUSIMANO, R. 1982. Feeding of the dungeness crab *Cancer magister* as determined by the index of relative importance. **Mar. Biol.**, Berlin, **72**: 135-145.
- WARNER, G. F. 1967. The life history of the mangrove tree crab, *Aratus pisonii*. **J. Zool.**, Sidney, **153**: 321-335.
- WILLIAMS, M. J. 1981. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **J. exp. Mar. Biol. Ecol.**, The Hague, **52**: 103-113.